



Journal homepage:  
www.arvore.org.br/seer

## TERAPIA FOTODINÂMICA NA CONSOLIDAÇÃO DE FRATURA DE CARAPAÇA EM TARTARUGA-VERDE (Chelonia mydas)

### RESUMO

As tartarugas marinhas apresentam grande longevidade e exibem uma complexa história de vida que inclui pronunciadas mudanças em seu desenvolvimento. Todas as espécies de tartarugas marinhas encontram-se na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), classificadas como vulneráveis, ameaçadas ou criticamente ameaçadas de extinção. Dentre alterações traumáticas que acometem quelônios, destacam-se as fraturas de carapaça e plastrão, que podem ocorrer principalmente como consequência de mordida de animais predadores, hélices de barcos, entre outros. O presente relato teve como objetivo avaliar a ação da Terapia Fotodinâmica na consolidação de fratura de carapaça em um espécime de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*).

**PALAVRAS-CHAVE:** Tartaruga-verde; *Chelonia mydas*; Fratura; Terapia Fotodinâmica.

## PHOTODYNAMIC THERAPY IN CONSOLIDATION OF SHELL FRACTURE IN GREEN TURTLES (*Chelonia mydas*)

### ABSTRACT

Sea turtles have great longevity and exhibit a complex life history that includes pronounced changes in their development. All sea turtle species are on the Red List of the International Union for Conservation of Nature/IUCN, classified as vulnerable, endangered or critically endangered. Among traumatic changes that affect turtles, there are the carapace and plastron of fractures that can occur primarily as a result of attack by predators, boat propellers, among others. The present report was to evaluate the effect of Photodynamic Therapy in consolidation of fracture in a specimen of green turtles (*Chelonia mydas*).

**KEYWORDS:** Green turtle; *Chelonia mydas*; Fracture; Photodynamic Therapy.

*Natural Resources*, Aquidabã, v.3, n.1, Set, Out, Nov, Dez 2012, Jan, Fev 2013.

ISSN 2237-9290

SECTION: *Notas Científicas*



DOI: 10.6008/ESS2237-9290.2013.001.0005

### Fábio Parra Sellera

Universidade de São Paulo, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9606099180579094>  
[fsellera@usp.br](mailto:fsellera@usp.br)

### Lorie Tukamoto Fernandes

Universidade Santa Cecília, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5583337739611935>  
[lori\\_vetas@hotmail.com](mailto:lori_vetas@hotmail.com)

### Carlos Roberto Teixeira

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8560913137958850>  
[teixeiracr@fmvz.unesp.br](mailto:teixeiracr@fmvz.unesp.br)

### Fabio Celidonio Pogliani

Universidade de São Paulo, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6929183121855778>  
[fcpgliani@yahoo.com.br](mailto:fcpgliani@yahoo.com.br)

### Gustavo Henrique Pereira Dutra

Aquário Municipal de Santos, Brasil  
[dutrovet@iq.com.br](mailto:dutrovet@iq.com.br)

### Cristiane Lassálvia Nascimento

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4116912085589579>  
[cristianelassalvia@hotmail.com](mailto:cristianelassalvia@hotmail.com)

Received: 07/08/2012

Approved: 04/02/2013

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

### Referencing this:

SELLERA, F. P.; FERNANDES, L. T.; TEIXEIRA, C. R.; POGLIANI, F. C.; DUTRA, G. H. P.; NASCIMENTO, C. L. Terapia fotodinâmica na consolidação de fratura de carapaça em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). *Natural Resources*, Aquidabã, v.3, n.1, p.49-55, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2237-9290.2013.001.0005>

## INTRODUÇÃO

As tartarugas marinhas apresentam grande longevidade e exibem uma complexa história de vida que inclui pronunciadas mudanças em seu desenvolvimento, tanto em habitat quanto na dieta e extensivas migrações transoceânicas (LAHANAS et al., 1998). Por se tratarem de espécies com um crescimento lento e um ciclo de vida longo, tornam-se, assim, extremamente susceptíveis à ação do homem em todas as fases do seu ciclo de vida. Todas as espécies de tartarugas marinhas encontram-se na lista vermelha da IUCN, classificadas como vulneráveis, ameaçadas ou criticamente ameaçadas de extinção (IUCN, 2013).

Dentre alterações traumáticas que acometem quelônios, destacam-se as fraturas de carapaça e plastrão, que podem ocorrer principalmente como consequência de mordida de animais predadores, hélices de barcos, entre outros (BARTEN, 2006). O casco dos quelônios é composto por duas partes, uma porção dorsal denominada carapaça que recobre o dorso do animal, e uma porção ventral mais plana conhecida como plastrão, que envolve seu ventre. A derme destes animais é ossificada e a epiderme é modificada em tecido córneo (DIVERS, 1996). O tegumento, a pele e seus anexos, apresentam funções distintas, tais como, defesa contra a invasão de micro-organismos, redução dos efeitos da radiação solar, proteção mecânica, além de auxiliar na termorregulação e proporcionar camuflagem ao animal (SOUZA, 2006). O casco age como uma barreira natural do organismo isolando os componentes internos do meio externo (KAPLAN, 2002) e quando esta barreira se encontra parcialmente ou totalmente destruída a sobrevivência do animal pode ser comprometida.

A Terapia Fotodinâmica (PDT - Photodynamic Therapy) é uma modalidade terapêutica utilizada para o tratamento de neoplasias superficiais e infecções locais que combina a utilização de fotossensibilizador (FS) e luz em comprimento de onda específico. Esta combinação irá promover a ativação do FS por meio da condução das moléculas do FS a situações de grande instabilidade química, as quais serão estabilizadas pela transferência de energia do FS às moléculas do meio. Na presença de oxigênio, essas reações podem originar a formação de diversos radicais livres, tais como: oxigênio singlete, íons peróxidos, superóxidos e radicais hidroxilas, gerando uma cascata de espécies reativas de oxigênio (EROs). A liberação dessas EROs promove alterações em componentes celulares fundamentais promovendo efeito citotóxico sobre os micro-organismos (ARISTEO et al., 2009 ; MAISCH, 2007). Além disso, a luz não absorvida pelos micro-organismos pode ser espalhada e absorvida por cromóforos do tecido, desta forma a PDT pode atuar como agente bioestimulador, acelerando o processo de reparação tecidual (LIMA et al., 2004).

O presente relato teve como objetivo avaliar a ação da PDT na consolidação de fratura de carapaça em um espécime de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*).

## RELATO

Uma tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) foi atendida no Aquário Municipal de Santos, SP, apresentando fratura em carapaça há seis meses. A fratura estava localizada em terceiro, quarto e quinto escudos vertebrais, quarto escudo costal direito e décimo primeiro escudo marginal direito (Figura 1 e Figura 2). Após o diagnóstico clínico, o animal foi exclusivamente tratado com PDT associando-se o uso tópico do FS azul de metileno por cinco minutos (solução aquosa, concentração de  $60\mu\text{M}$ ), seguido por irradiação de laser vermelho com potência de 100 mW acoplado a fibra óptica, comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 660nm e densidade de energia de  $180\text{ J/cm}^2$  por ponto (Figura 3). Os tratamentos foram realizados com intervalo de uma aplicação por semana até a completa regressão da lesão. A lesão foi avaliada por análise descritiva simples por um período de 30 dias. O animal tratado obteve reepitelização e queratinização competente após quatro tratamentos no período de 28 dias (Figura 4).



Figura 01: Tartaruga verde apresentando fratura em carapaça.



Figura 02: Aspecto inicial da fratura.



Figura 03: Fratura irradiada com laser de diodo acoplado à fibra óptica.



Figura 04: Reepitelização e queratinização após 28 dias.

## DISCUSSÃO

Diversos autores vêm descrevendo o impacto ecológico destes acidentes em diferentes partes do mundo (SCHROEDER, 1987; SCHROEDER e WARNER, 1988; ORÓS et al. 2005). A colisão de embarcações pode ser considerada um dos principais fatores causadores de fratura em tartarugas marinhas e ameaçam diretamente a sobrevivência de todas as espécies de tartarugas marinhas, e com o aumento do número de embarcações e tráfego marinho a tendência é que esses acidentes ocorram com maior intensidade.

Em caso de fratura, o reparo depende de fatores como extensão da lesão, idade e condição física do paciente (MADER et al., 1991). Ferimentos recentes podem ser contaminados e não necessariamente infeccionados, contudo o tratamento inadequado destas lesões pode ocasionar um quadro infeccioso. (BARTEN, 2006).

As principais consequências destes traumas são lesões pulmonares, pneumonia necrótica, e, em casos mais graves, estas lesões traumáticas provocam celomite fibrinogênica, septicemia e morte do animal (ORÓS et al. 2005).

Dentre os principais materiais descritos na reparação do casco, destaca-se a utilização fibra de vidro, resina de epóxi, resinas coloridas de poliéster e acrílicos dentais (WALSH, 1999; KAPLAN, 2002). Embora recomendado, o uso de resinas tem diminuído, pois, mesmo estabilizando a lesão, podem recobrir fragmentos celulares e sujidades e, portanto, inibir a recuperação. Desta forma, resinas devem ser removidas para maximizar a recuperação, promovendo a calcificação e reparação normal da carapaça lesionada e, caso a estabilização seja fundamental, a mesma deve permitir acesso à lesão para debridamento e limpeza (WALSH, 1999), sendo descritas a técnica de aplicação de curativo estéril de filme transparente de poliuretano (Tegaderm<sup>®</sup>, 3M Health Care) (WALSH, 1999) e, no caso de rachaduras únicas ou lineares múltiplas, o uso de fio inoxidável (KAPLAN, 2002).

Em ferimentos recentes, recomenda-se a administração de antibióticos sistêmicos por no mínimo uma semana ou até que a ferida tenha cicatrizado. (KAPLAN, 2002). Segundo BARTEN (2006), além do antibiótico sistêmico, pode ser realizado o uso de antibiótico tópico seguido da

limpeza e bandagem oclusiva da lesão. Desta forma, terapias antimicrobianas reduzem o risco de infecção, tornando-se fundamentais para a recuperação dos animais acometidos (BARTEN, 2006).

Uma vez que as condições de acesso à lesão, permitindo a limpeza e o debridamento durante o tratamento, são preservadas, a PDT torna-se uma abordagem terapêutica que permite, além de promover a descontaminação, manter os requisitos necessários e fundamentais para a recuperação da mesma durante os tratamentos até a completa recuperação.

Atualmente, o desenvolvimento de resistência por certas bactérias patogênicas é mais rápido que a capacidade da indústria em produzir novas drogas (SOUZA, 1998). O emprego da PDT torna-se uma modalidade terapêutica que apresenta como principais vantagens a ausência de efeitos sistêmicos e de resistência microbiana, os quais são encontrados na maioria dos tratamentos habituais que envolvem o emprego de antibióticos (GARCEZ et al., 2008).

Dentre os principais FSs pesquisados, destacam-se as fenotiazinas, como o azul de metileno. Em baixas concentrações, não produzem ação citotóxica e a dose necessária para a morte bacteriana é menor que a dose para causar danos às células, tais como os queratinócitos e fibroblastos (SOUKOS et al., 1996).

O presente relato não constatou efeitos adversos da técnica para o animal tratado, de forma que a ausência de trabalhos na literatura mundial, somado ao status da espécie de ameaçada, reforça o interesse de novas pesquisas.

Apesar da metodologia adotada no presente experimento impossibilitar a avaliação de todos os mecanismos envolvidos, a análise descritiva da lesão demonstrou evolução positiva do quadro clínico mediante a terapia, indicando assim uma nova possibilidade terapêutica para fraturas de carapaça em quelônios.

As pesquisas envolvendo o uso da PDT na Medicina Veterinária vêm sendo discutidas nos últimos anos (PENG et al., 1996; LUCROY et al., 2000; BIRCHARD e SHERDING, 2003; WITHROW e MACEWEN, 1999; LUCROY, 2002; OSAKI et al., 2012) com grande perspectiva para sua aplicação clínica em um futuro próximo.

O presente estudo mostrou-se pioneiro, uma vez que não se encontram outros dados referentes ao tema na literatura mundial. Mais estudos devem ser realizados a fim de elucidar os mecanismos envolvidos na reparação de fratura de carapaça em quelônios através da PDT.

## REFERÊNCIAS

ARISTEO, A.T.; AKIRA, A.; KOJI, M.; FRANK, S.; ANTON, S.; CHEN-YING, W.; KOSHY, G.; ROMANOS, G.; ISHIKAWA, I.; IZUMI, Y.. Application of antimicrobial photodynamic therapy in periodontal and peri-implant diseases. **Periodontology** 2000, v.51, n.1, p.109-140, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0757.2009.00302.x>

BARTEN, S. L.. Shell damage. In: MADER, D. R. **Reptile medicine and surgery**. 2 ed. Florida: Marathón, 2006. p.893-899

BIRCHARD, S. J.; SHERDING, R. G.. **Manual Saunders**: clínica de pequenos animais. 2 ed. São Paulo: Roca, 2003. p.251-256

DIVERS, S.. The structure and diseases of the chelonian shell. Certain aspects of the veterinary care of chelonian. In: BRITISH CHELONIA GROUP SYMPOSIUM. **Sevenoaks**, v.4, n.3, p.10-18, 1996.

GARCEZ, A. S.; NUÑEZ, S. C.; HAMBLIN, M. R.; RIBEIRO, M. S.. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Journal of Endodontics**, v.34, n.2, p.138-42, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2007.10.020>.

IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **IUCN Red list of threatened species**. 2013.

KAPLAN, M.. Turtle and tortoise shell. **Herpetological Care Collection**, Los Angeles, p.78-84, 2002.

LAHANAS, P. N.; BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; ENCALADA, S. E.; MIYAMOTO, M. M.; VALVERDE, R.A.; BOWEN, B. W.. Genetic composition of a green turtle (*Chelonia mydas*) feeding ground population: evidence for multiple origins. **Marine Biology**, v.130, p.345-352, 1998.

LIMA, M. A.; THEODORO, L. H.; OKAMOTO, T.; MILANEZI, L. A.; GARCIA, V. G.. A histologic assessment of the low level therapy associated with photosensitizing drug on impaired wound healing in rats. **Brazilian Dental Journal**, v.15, p.113, 2004.

LUCROY, M..D. Photodynamic therapy for companion animals with câncer. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.32, n.3, p.693-702, 2002.

LUCROY, M..D.; EDWARDS, B..F.; MADEWELL, B..R.. Veterinary photodynamic therapy. **Veterinary Medicine Today: Reference Point**, v.216, n.11, p.1745-1751, 2000.

MADER, D. R.; PALAZZO, C. M.; LANDERMAN, K.. Shell repair in Chelonian. **Tortuga Gazette**, California, v.27, n.12, p.6, 1991.

MAISCH T.. Anti-microbial photodynamic therapy: useful in the future?, **Lasers in Medical Science**, v.22, n.2, p.83-91, 2007.

ORÓS, J.; TORRENT, A.; DÉNIZ, S.. Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001). **Diseases of aquatic organisms**, v.63, p.13-24, 2005.

OSAKI T., TAKAGI S., HOSHINO Y., AOKI Y., SUNDEN Y., OCHIAI K., OKUMURA M.. Temporary regression of locally invasive polypoid rhinosinusitis in a dog after photodynamic therapy. **Australian Veterinary Journal**, v.90, n.11, p.442-447, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-0813.2012.00996.x>.

PENG, Q.; MOAN, J.; NESLAND, J. M.. Correlation of subcellular and intratumoral photosensitizer localization with ultrastructural features after photodynamic therapy. **Ultrastructural Pathology**, v.20, p.109-129, 1996.

SCHROEDER, B. A.. Annual Report of the Sea Turtle Stranding and Salvage Network. Atlantic and Gulf Coasts of the United States. Miami: Coastal Resources Division, National Marine Fisheries Service. **Anais**, p.45, 1987.

SCHROEDER, B. A.; WARNER A. A.. Annual Report of the Sea Turtle Stranding and Salvage Network. Atlantic and Gulf Coasts of the United States. Miami: Coastal Resources Division, National Marine Fisheries Service. **Anais**, p.45, 1988.

SOUKOS, N.; WILSON, M. ; BURNS, T. ; SPEIGHT, P.. Photodynamic effects of toluidine blue on human oral keratinocytes and fibroblasts and *Streptococcus sanguis* evaluated in vitro. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.18, n.3, p.253-259, 1996.

SOUZA, C. S.. Uma guerra quase perdida. **Revista Ciência Hoje**, v.23, n.138, p.27-35, 1998.

SOUZA, R. A. M.. **Comparação de diferentes protocolos terapêuticos na cicatrização de carapaça de tigras d'água (*Trachemys sp*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2006.

WALSH, M.. Rehabilitation of sea turtles. In: ECKERT, K.L., K.A. BJORNAL, F.A. ABREU-GROBOIS, DONNELLY, M. **Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles**. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, n.4. p.202-207, 1999.

WITHROW, S .J.; MACEWEN, E. G.. **Small Animal Clinical Oncology**. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, p.173-176, 1999.